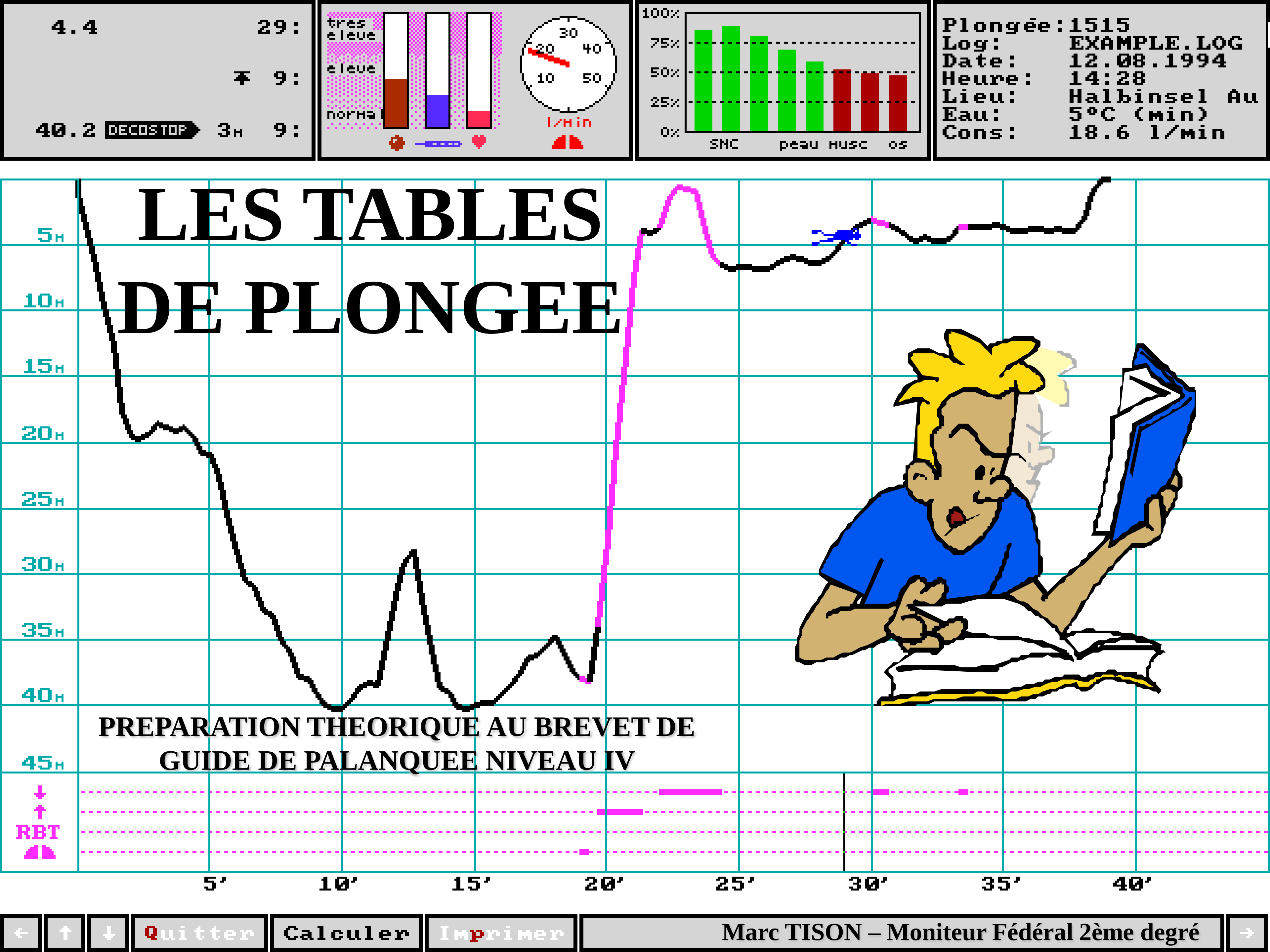
LES TABLES DE PLONGEE



PREPARATION THEORIQUE AU BREVET DE GUIDE DE PALANQUEE NIVEAU IV

Marc TISON – Moniteur Fédéral 2ème degré

1 – Introduction

Jusqu'à présent, tout ce que le plongeur a étudié, dans les différents domaines théoriques pour sa formation, lui a permis de mettre en évidence la nécessité qu'il y avait à contrôler sa décompression donc à *remonter* en tenant compte de la plongée effectuée → profondeur, durée, déroulement etc..

C'est pour cela que les tables de plongée ont été élaborées et leurs diversités sont liées à des méthodes de calculs et des objectifs différents (les loisirs, le travail, etc..).

Il n'est évidement pas question qu'un futur chef de palanquée « recalcule » lui-même les tables de plongée ou qu'il lui soit fait obligation d'en utiliser une en particulier plutôt qu'une autre.

Toutefois, la FFESSM rend obligatoire l'utilisation des Tables MN90 dans le cadre théorique des examens de même que le Ministère de la jeunesse et des Sports impose l'usage desdites tables dans les épreuves théoriques des spécifiques BEES1 ou BEES2.

En ce qui concerne l'utilisation d'un moyen de décompression, le chef de palanquée est donc libre dans son choix. (Tables MN90 – Tables Ministère du Travail – Bühlmann, US Navy etc..). Mais quelque soit ce choix, il ne faut pas mélanger les genres pour une même plongée ni pour des plongées successives et il est vivement préférable de rester fidèle à une méthode.

LES TABLES DE PLONGEE – Présentation et utilisation

2 – Tables de plongée à l'Air M.N. 90

Présentation & Utilisation

2ème colonne:

Durée de la plongée

« T »

Descente + durée au fond

Si le temps de plongée n'existe pas, prendre le temps immédiatement supérieur

Colonnes suivantes:

Hauteur des paliers

Durée strictement respectée (à 10" près et profondeur à 50 cm près)

D'un palier à l'autre 30"

Avant dernière colonne:

Durée Total de la Remontée

(palier inclus)

Vitesse 15 à 17m/mn

1ère colonne:

« Profondeur » Maximale (atteinte durant la même plongée)

Si la profondeur n'existe pas, choisir la profondeur immédiatement supérieure.

Dernière colonne:

Groupe de Plongée Successive

C'est la mémoire de la dernière plongée.

Elle prépare la plongée dite « successive »

Intervalle de 15' à 8h30

Prof.	T	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
	5					3	C
	10				2	6	E
	15				5	9	G
	20			1	12	17	I
	25			3	22	29	J
42	30			6	31	41	L
	35			11	37	52	M

LES TABLES DE PLONGEE

Généralités

•2 plongées au maximum par 24 heures.

•Les tables indiquent, en fonction de la profondeur atteinte et du temps passé sous l'eau, la profondeur et la durée des paliers à effectuer au cours de la remontée.

•Vitesse de remontée du fond au premier palier : entre 15 et 17 mètres par minute. Pour les calculs on adoptera une vitesse de 15 m/min. (ex : 30 m de remontée ➔ 2 minutes).

•Entre paliers, la vitesse est de 6 mètres par minutes, soit 30 secondes pour passer d'un palier à l'autre. Cela est encore valable depuis le dernier palier jusqu'à la surface. (ex : 3 m de remontée ➔ 30 secondes)

•La durée de la plongée se compte en minutes entières (toute fraction de minute commencée est considérée comme une minute entière écoulée) depuis l'instant où le plongeur quitte la surface en direction du fond jusqu'à l'instant où il quitte le fond pour remonter vers la surface à la vitesse préconisée de 15 à 17 mètres par minute.

• La profondeur de la plongée est la profondeur maximale atteinte au cours de la plongée.

LES TABLES DE PLONGEE

•Si la valeur de la durée de plongée ou celle de la profondeur de plongée ne sont pas dans la table, prendre la valeur lue immédiatement supérieure.

• L'interprétation des temps ou des profondeurs est interdite.

•La plongée au-delà de 60 mètres est interdite.

•Les tables données pour les profondeurs de 62 et 65 mètres sont des tables de secours à n'employer qu'en cas de dépassement accidentel.

•Dans ce cas, il est interdit d'effectuer une nouvelle plongée pendant une durée de 12 heures.

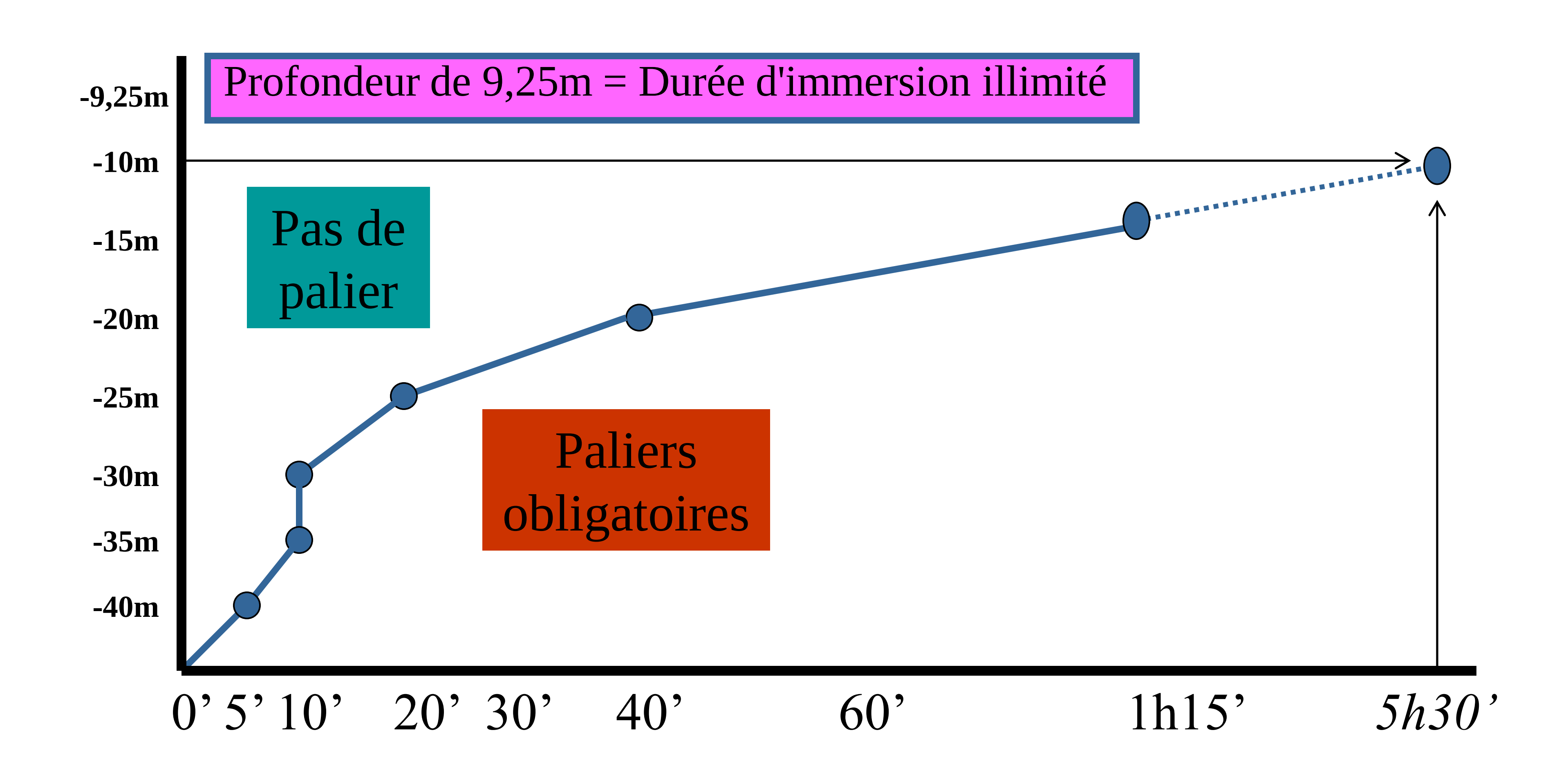
•Intervalle entre 2 plongées : temps entre la fin de la première plongée et le début de la seconde plongée.

Les tables MN90 comprennent **: Les tables proprement dites :**

- **❑ Le tableau I : détermination de l'azote résiduel par respiration d'air pur en surface**
- **❑ Le tableau II : détermination de la majoration**
- **❑ Le tableau III : détermination de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface.**
- **❑ Le tableau IV : durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps inter-paliers, en minutes.**

La courbe de sécurité

Il existe des temps qui, pour une profondeur donnée, ne nécessite pas de paliers. Ces temps extrêmes constituent ce que l'on nomme *« Courbe de Sécurité ».*



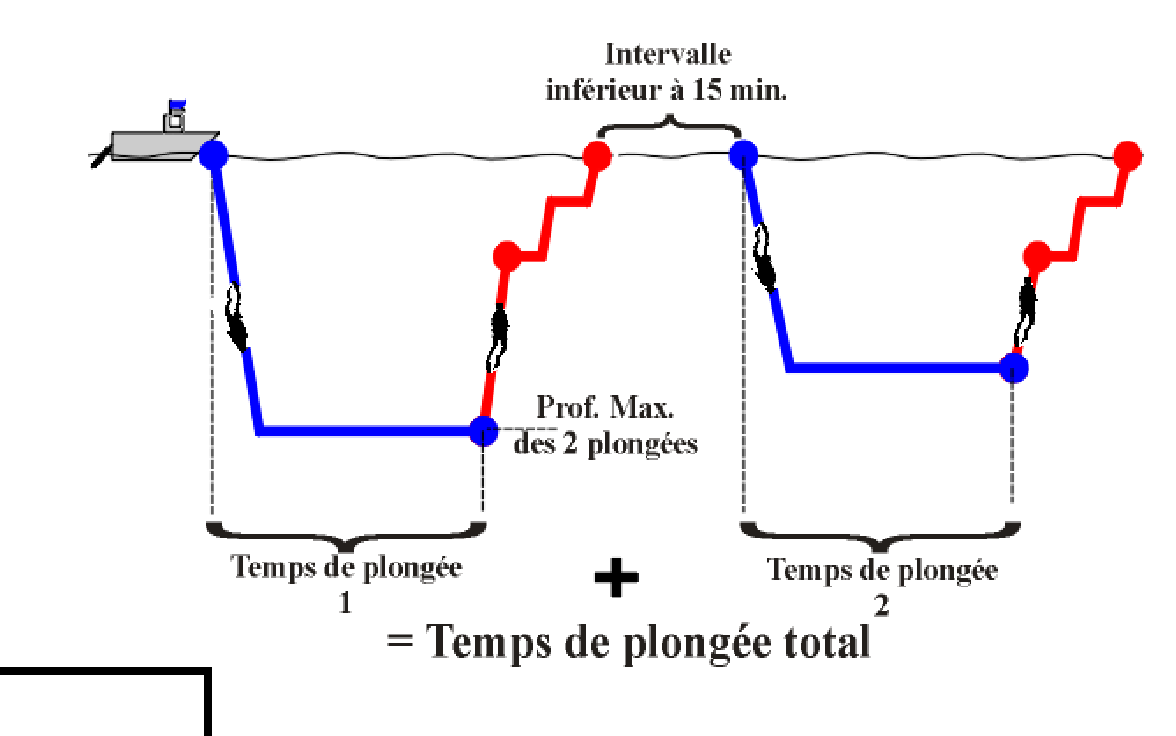
LES TABLES DE PLONGEE

Les utilisations particulières

Les plongées consécutives : Une plongée consécutive est une plongée qui débute moins de 15 minutes après l'arrivée en surface de la dernière plongée (à 15' et au-delà, il ne s'agit plus d'une « *consécutive* » mais d'une « *successive* ».

Dans ce cas, il faut considérer qu'il s'agit d'une seule et même plongée dont la durée totale est la durée de la première plongée plus la durée de la consécutive.

La profondeur à prendre en compte sera la plus grande atteinte durant les deux plongées.



Exemple

1e plongée 10h12, Prof. -37m – Durée 18' ➔ Palier(s), HS, GPS

2e plongée 12' après la sortie, Prof –29m, Durée 11' ➔ Palier(s), HS, GPS

LES TABLES DE PLONGEE – Utilisations particulières

Vitesse de remonté trop rapide : Si la vitesse de remontée à l'issue d'une plongée est supérieure à celle recommandée par la table (cas de la remontée *« en catastrophe »* à l'aide du gilet de sécurité par ex..), il y a lieu d'être redescendu, dans les trois minutes qui suivent la sortie de l'eau, à la moitié de la profondeur maximale atteinte et d'y séjourner 5 minutes (palier de sécurité).

Le calcul des palier se fait alors comme suit:



Profondeur = profondeur maximale atteinte au cours de la plongée.

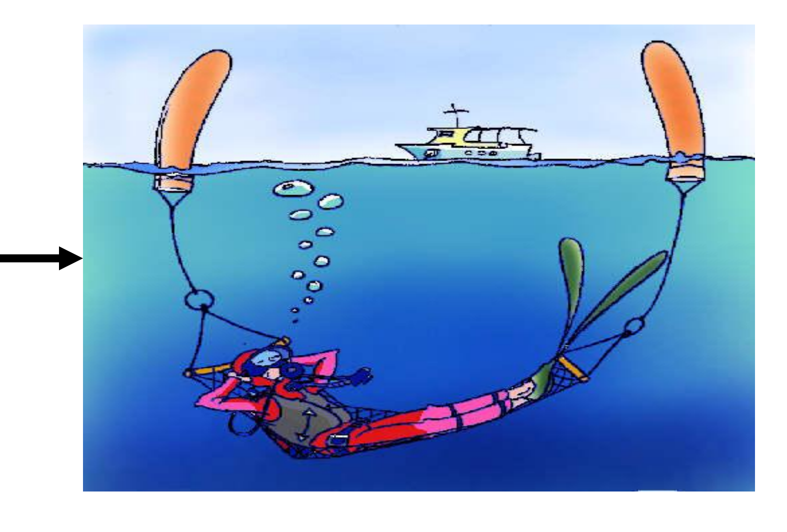
Durée = durée réelle de la plongée + durée de la remontée + temps mis à regagner le palier de sécurité (duré du séjour en surface + redescente) + durée du palier de sécurité.

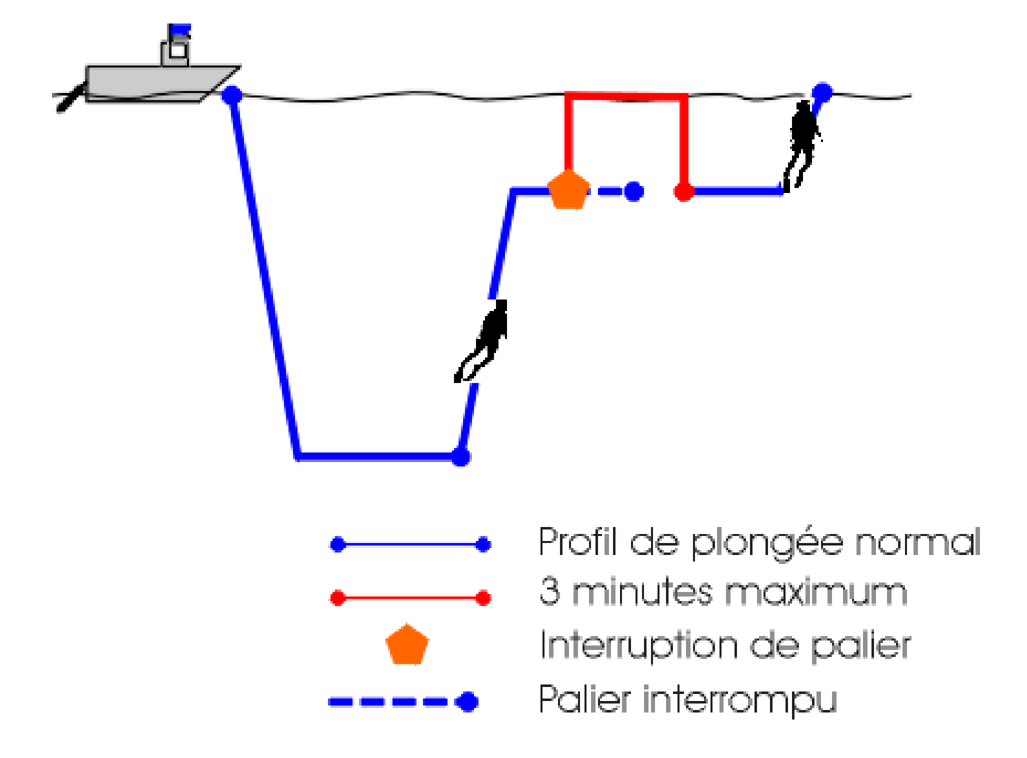
Si cette durée totale ne nécessite pas de palier (ou un palier inférieur à 3 minutes à 3 mètres), il est vivement conseillé de faire un palier de 3 minutes à 3 mètres.

Rappelons que cette manœuvre n'est qu'une prévention d'accident biophysique ; en aucun cas il ne s'agit d'un traitement.

LES TABLES DE PLONGEE – Utilisations particulières

Vitesse de remonté trop lente : Si la vitesse de remontée est trop lente et s'apparente à une exploration, il faut ajouter à la durée de la plongée la durée de la remontée pour calculer les paliers.





Paliers interrompus : Si, en cas de panne d'air ou pour tout autre cause (hormis la remontée en catastrophe), le plongeur interrompt ses paliers, il doit redescendre et recommencer entièrement au niveau interrompu.

Les PLONGEES SUCCESSIVES

Si une deuxième plongée intervient entre 15’ et 12h00 après la première, on ne peut réutiliser directement la table de plongée à l’air. Il est nécessaire de passer par l’intermédiaire des tables de plongée successives II et III.

Pour utiliser ces dernières il faut disposer pour la table II de la lettre du Groupe de Plongée Successive (GPS mémoire de la 1e plongée), de l’intervalle de temps passé en surface entre la 1e et 2e plongée :

Si le temps n’est pas dans la table, prendre celui immédiatement inférieur. Ceci permet de connaître la valeur de tN_2 résiduelle pour rentre dans la table III.

Si cette valeur n’y est pas, il faut prendre celle immédiatement supérieure. On choisira la colonne correspondant à la Profondeur de la 2e plongée : si la profondeur de la 2e plongée n’est pas dans la table, il faut prendre la valeur immédiatement supérieure. On lira à l’intersection des deux données fournies le chiffre en minutes qui est la « MAJORATION » à ajouter au temps réel de la 2e plongée.

Le total des deux temps est celui à prendre en compte dans la table de plongée à l’air.

LES TABLES DE PLONGEE – Les plongées successives

Tableau 1 : Détermination de l'azote résiduel (en bar)

Groupe de plongée successive	Intervalles										
	15mn	30mn	45mn	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	4 h	6 h	8 h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81
D	0,97	0,92	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,82	0,81
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,83	0,81
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,97	0,83	0,82
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,84	0,82
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,89	0,85	0,82
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,90	0,85	0,83
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,91	0,86	0,83
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,92	0,86	0,83
L	1,29	1,25	1,21	11,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,93	0,87	0,83
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,94	0,87	0,84
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,95	0,88	0,84
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	0,97	0,88	0,84
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	0,98	0,89	0,81

LES TABLES DE PLONGEE – Les plongées successives

Tableau 2 : Détermination de la majoration (en minute)

Azote résiduel	Profondeur de la 2e plongée																			
	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	180	126	97	85	75	64	59	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	28	24
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25

3 – Eléments de base de calcul pour la réalisation des tables

Le modèle de Haldane

En 1906, le gouvernement anglais inquiet de l'incidence des accidents de décompression chez les travailleurs sous pression demande à l'écossais J.S. Haldane de poursuivre les travaux de Paul Bert afin de fournir un moyen de prévention à la maladie. L'étude expérimentale qu'il mena sur des chèvres permit à Haldane de fournir le premier jeu de table de décompression. Leur usage fut aussitôt répandu chez les scaphandriers et le taux d'accident chuta significativement.
Non seulement Haldane emprunta à Paul Bert l'idée d'une remontée lente, mais il mis en évidence que si le rapport entre tension en azote dans le corps et pression ambiante excédait pas un certain seuil, l'accident ne se produisait pas.

Ainsi, l'objectif des tables est de permettre une décompression en sécurité. Le responsable de cette décompression nécessaire est l'azote qui se dissout et qui n'est pas métabolisé comme l'oxygène. Pour cela, il faut suivre dans l'organisme le trajet de l'azote et découvrir les éléments de base qui président à la réalisation des tables de plongées.

La notion de COMPARTIMENT et de PERIODE

Les « COMPARTIMENTS » de l'organisme (sang, tissus musculaires, nerveux, adipeux, osseux, etc…) de par leur diversité, leur composition, leur rôle et la richesse de vascularisation ont des aptitudes différentes face à la pression pour dissoudre l'azote: ceci définit le Coefficient de Solubilité.

Pour des commodités de calculs, les concepteurs ont utilisé différents compartiments équivalents, censés représenter les réactions de l'organisme vis-à-vis de l'azote hyperbare. Ils sont définis par le temps qu'ils mettent à atteindre la demi-saturation : cette durée est dénommée « PERIODE » (symbolisée par « T »).

Autrement dit : un compartiment de Période 10' dissout (ou élimine) 50% de ce qu'il peu dissoudre (ou éliminer) en 10'.

Durant les 10' suivantes, il en sera de même, il dissoudra (ou éliminera) 50% de la quantité restante soir 25%.

Le résultat pour 20' donnera : 50% + 25% = 75% de dissout ou d'éliminé, etc..

(revoir la courbe exponentielle – *Les aspects physique de la plongée – Henry : La dissolution des gaz..*)

Le SEJOUR au FOND

A l'issue d'une plongée, le niveau de saturation atteint par un compartiment dépend de:

- **La différence entre la pN_2 en surface et la pN_2 au fond : c'est le Gradient (revoir le schéma – *Les aspects* physique *de la plongée – Henry : La dissolution des gaz*).**

Au départ, le compartiment est supposé saturé à la pN_2 donnée, soit tN_2 (tension d'azote) = pN_2. Par convention cette différence égale 100%.

- **La période du Compartiment : « T »**

- **La durée d'exposition à la nouvelle pression : « t »**

Les deux derniers éléments sont regroupés sous la forme du rapport t/T. Autrement dit, la durée est exprimée en nombre de périodes. Le niveau de saturation atteint au bout d'un temps « t » est facile a calculer pour les valeurs entières de t/T.

Si t/T = 3, on aura : 50% + 25% + 12,50% = 87,50%, etc.. (revoir la courbe exponentielle – *Les aspects* physique *de la plongée – Henry : La dissolution des gaz.*).

Pour les autre valeurs de t/T, cela nécessite un calcul particulier du fait que la courbe de dissolution (ou d'élimination) est exponentielle.

Application :

Prenons par exemple 2 compartiments : T30' et T60'

Durée d'exposition « t » = 60'

Profondeur = -40m.

- **En surface pN_2 = tN_2 = 0,80 bar**
- **A –40m. pN_2 = 5 x 0,80 = 4 bars**
- **Le gradient = 4 – 0,80 = 3,2 bars**
- **Nombre de périodes pour le compartiment 30' : ➔ t/T = 60/30 = 2**
- **Nombre de périodes pour le compartiment 60' : 60/60 = 1**
- **Quantité d'N_2 dissout pour T30' : 3,20 x 75% = 2,4 bars**
- **Quantité d' N_2 dissout pour T60' : 3,20 x 50% = 1,6 bar**
- **tN_2 finale pour T30' » : 2,4 + 0,8 = 3,2 bars**
- **tN_2 finale pour T60' » : 1,6 + 0,8 = 2,4 bars**

LES TABLES DE PLONGEE – Eléments de base de calculs des tables

La REMONTEE

Lors d'une baisse de pression, il est nécessaire de considérer un nouveau facteur. Cette baisse entraîne, dans la majorité des cas, une sursaturation au niveau des compartiments. Cette sursaturation (élimination d'azote) est variable et a ses limites.

Au-delà des limites propres à chaque compartiment, c'est le dégagement gazeux anarchique qui provoque les accidents de décompression.

D'où la nécessité de les définir : c'est la « SURSATURATION CRITIQUE (Sc). »

Les TABLES de PLONGEE

C'est à partir de ces éléments qu'ont été calculés les tables auxquelles chacun peut avoir accès. La détermination expérimentale de la sursaturation critique explique le fait de la multiplicité des « tables". Les différences ne sont pas considérables mais existent néanmoins.

Ainsi, pour exemple, si l'on prend la table de la Marine Nationale 1990 (MN90) qui est principalement utilisée pour les cours et examens écrit :

•Sa réalisation se base sur 12 compartiments ayant chacun une valeur de « Sc »

Périodes	**5'**	**7'**	**10'**	**15'**	**20'**	**30'**	**40'**	**50'**	**60'**	**80'**	**100**	**120**
SC	2,72	2,54	2,38	2,20	2,04	1,84	1,68	1,61	1,58	1,56	1,55	1,54

LES TABLES DE PLONGEE – Eléments de base de calculs des tables

Et *Sc = tN_2 compartiment considéré / P. ambiante*

Ainsi pour T = 20’, Sc = 2,04, la limite avant dégazage anarchique se calcule de façon à ce que : ***P. ambiante toléré = tN_2 de T20’ / 2,04***

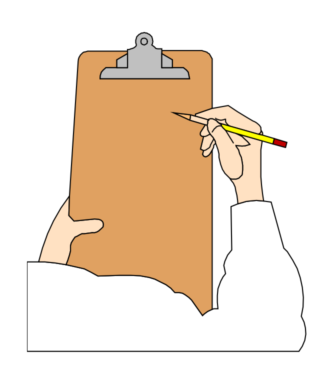
Autre exemple, la table suisse du Prof. BUHLMANN se base sur 16 compartiments auxquels il est attribué à chacun deux coefficients.

n°	période	coefficients	
		a(bar)	b(-)
1	4 min	1,906	0,810
2	8 min	1,450	0,810
3	12,5 min	1,040	0,810
4	18,5 min	0,880	0,830
5	27 min	0,717	0,845
6	38,3 min	0,575	0,860
7	54,3 min	0,468	0,870
8	77 min	0,441	0,903
9	109 min	0,416	0,908
10	146 min	0,415	0,946
11	187 min	0,369	0,946
12	239 min	0,369	0,946
13	305 min	0,255	0,962
14	390 min	0,255	0,962
15	498 min	0,255	0,962
16	635 min	0,255	0,962

Dans ce cas, les limites avant le dégazage anarchique se calculent différemment :

P. Ambiante toléré

= (tN_2 du « T » considéré –a) x b



La VITESSE de REMONTEE

Les limites de saturation tolérées vont définir les profondeurs d'arrêt à la remontée : ce sont les « paliers ». Mais comment se rendre du fond au palier ? C'est la « VITESSE de REMONTEE » qui est conseillée par les tables, et les vitesses sont différentes de l'une à l'autre.

Le compartiment de période la plus courte étant le plus rapide à dissoudre est celui qui élimine le plus vite : il fixe en partie la vitesse de remontée. Car il faut tenir compte aussi des autres compartiments : une remontée très lente qui peut favoriser les « T » cours autorise la continuation de la dissolution dans les compartiments plus longs.

La vitesse choisie tient compte de ces différents facteurs. Pour toutes les tables, elle se situe actuellement entre 10 mètres à la minute (table Suisse) et 17m/mn (table MN90). Écart très important. Les raisons qui président à ces résultats différents ne doivent pas être sources à des discussions sans fin. La logique voudrait que la vitesse de remontée soit modulée* :

- **Quitter le fond rapidement**
- **Progressivement ralentir**
- **Aborder la zone de 10 mètre très lentement**

Voir vitesse des ordinateurs de plongée actuels.

LES TABLES DE PLONGEE – Eléments de base de calculs des tables

En pratique, on peut difficilement réaliser une remontée « exponentielle ». Chacun doit être constant et vigilant dans la vitesse conseillée par la table employée.

Enfin, il faut savoir que durant la remonté, toutes les tN_2 finales définies en fin de « durée de la plongée » vont un peu varier. Elles sont calculées suivant les bases de référence utilisées par les différents élaborateurs des tables existantes.

PROFONDEUR des PALIERS

Le niveau du palier est déterminé par le compartiment qui atteint le premier la limite de sa sursaturation : il est nommé « COMPARTIMENT DIRECTEUR ».

Exemple : en prenant les tN_2 finales de T30' et T60' de l'exemple précédent nous obtenons dans le tableau proposé par la MN90,

- **P. ambiante tolérée pour T30' : 3,2 / 1,82 = 1,758 bar**
- **P. ambiante tolérée pour T60' : 2,4 / 1,58 = 1,519 bar**

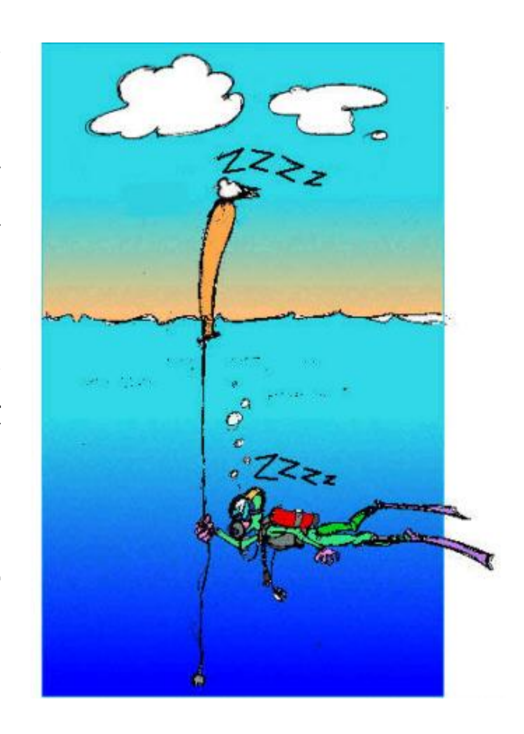
Les palier se faisant tous les 3 mètres, dans cet exemple le compartiment directeur est celui qui nous impose par sécurité, l'arrêt le plus profond : 1,758 bar = 7,58m soit un palier à –9 mètres.

DUREE des PALIERS

La durée de séjour au palier est calculée de telle façon que tous les compartiments, à l'issue du palier, puisse être remontés au palier suivant (ou en surface) sans risque de dépasser leurs « Sc » respectifs :

tN_2 à l'issue du Palier = P.abs du Palier supérieur x Sc

La différence entre la tN_2 à l'arrivée au palier et celle qui permettra de passer au niveau supérieur est ce qui doit être éliminé. Cela se traduit par la nécessité de rester un certain temps (durée du palier) exposé à la pression absolue du palier à effectuer.

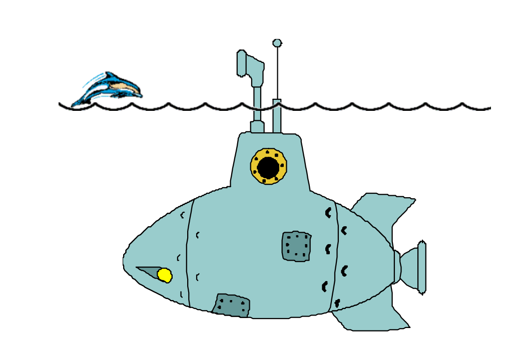


Le calcul est à faire compartiment par compartiment et celui qui impose le temps d'exposition le plus long est le seul retenu : c'est le compartiment directeur.

Passer d'un palier à un autre est une remontée. Même si elle n'est que de 3 mètres, il faut là aussi respecter la vitesse préconisée par les concepteurs des tables utilisées. Pour les MN90 cette vitesse est de 30 secondes entre chaque paliers et du dernier palier à la surface.

Le RETOUR en SURFACE

A l'évidence, lors du retour en surface, tous les compartiment ne sont pas revenus à leur tN_2 initiale de 0,80 (niveau de la mer). Ce sont les compartiments les plus longs à se saturer qui mettront le plus de temps à revenir à un état normal de saturation.



D'où la nécessité de garder en mémoire (c'est ce que font les ordinateurs) les paramètres de la plongée effectuée et l'heure de retour en surface.

SEJOUR en SURFACE

Durant le séjour en surface, l'organisme va progressivement éliminer son trop plein d'azote encoure dissout. Le retour total à un état normal de saturation durera plus de 8 heures. L'évolution de la valeur de tN_2 en surface est donnée par certaines tables (ex: Table 2 MN90).

Ce temps peut-être raccourci par l'inhalation d'oxygène pur (sous contrôle). Le fiat d'augmenter le gradient entre la tN_2 de l'organisme et la PpN_2 extérieure, qui passe à zéro, accélère le processus de désaturation mais pas autant qu'on le pense. En effet, l'O_2 pur crée une vasoconstriction au ,niveau de la circulation qui freine en partie son action.

Là aussi, certaines tables proposées, donnent en fonction du temps d'inhalation d'O_2 les nouvelles valeurs de tN_2 restantes à éliminer.

Tableau 3 : détermination de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface.

Groupe de plongée	Equivalent Azote Résiduel	RESPIRATION D'OXYGENE							
		0h15	0h30	0h45	1h00	1h30	2h00	3h00	4h00
A	0,84								
B	0,89	0,85	0,82						
C	0,93	0,89	0,86	0,82					
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82				
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86				
F	1,07	1,02	0,97	0,94	0,90	0,86			
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89			
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,89	0,82		

Les PLONGEES CONSECUTIVES et SUCCESSIVES

Les éléments de base de calcul de ces tables seront les mêmes que ceux que nous venons d'étudier à la différence que, dans ces deux cas, la tN2 initiale sera supérieur au taux normal, à savoir : tN_2 surface = 0,80 b.

La table MN90 considère que durant les premières 15' en surface à l'issue d'une plongée, la désaturation est quantitative insuffisante pour être prise en compte. D'où la raison à considérer cette seconde plongée comme état la suite immédiate de la précédente donc sa *Consécutive*.

Au-delà de cet intervalle de 15', la dés-saturation exponentielle va s'effectuer et la tN_2 dans l'organisme va progressivement diminuer. Pour toutes les plongées effectuées jusqu'à plus de 12 heures après la plongée de référence, il faudra tenir compte de l'intervalle entre les deux pour pouvoir calculer le gradient entre la tN_2 existant au moment de la seconde immersion dans l'organisme et la pN_2 à laquelle on va s'exposer pendant une certaine durée, etc..C'est ce que l'on appelle une plongée *Successive*.

La connaissance de cette tN_2 est fournie par certaines tables. Mais toutes par contre donneront une indication de durée fictive : c'est la « MAJORATION ». Elle représente le temps nécessaire à l'organisme pour dissoudre, à la profondeur de la deuxième plongée, la valeur de la tN_2 initiale.

LES TABLES DE PLONGEE

Les ordinateurs gardent en mémoire tous les paramètres des plongées les plus récentes effectuées précédemment et appliquent à notre insu des calculs de sécurité qu'exigent une plongée successive.

4 – Utilisation des tables de plongée

La généralisation des ordinateurs de plongée peut faire croire que l'utilisation des tables de plongée est obsolète. Rien n'est moins sûr pour deux raisons principales.

•L'obligation réglementaire qui est faite aux plongeurs d'emporter sur eux, à chaque plongée, un jeux de table immergeable (sécurité).

•L'ordinateur, aussi sûr qu'il soit, n'est « irremplaçable » que dans la mesure ou son énergie est suffisante (pile) et que sons utilisation soit compatible avec les prescriptions du constructeur (vitesse de remontée anormale, yoyo, plongée inversée etc..).

Quelque soit, en pratique, la table de son choix, un modèle d'emploi précis est fourni. Il faut le lire attentivement.

Aucune interprétation personnelle ne doit être faite si ce n'est dans le cas ou l'on douterait de certains paramètres de plongée, auquel cas, devant les difficultés rencontrées au cours d'une plongée, il est recommandé d'allonger raisonnablement les paliers proches de la surface.

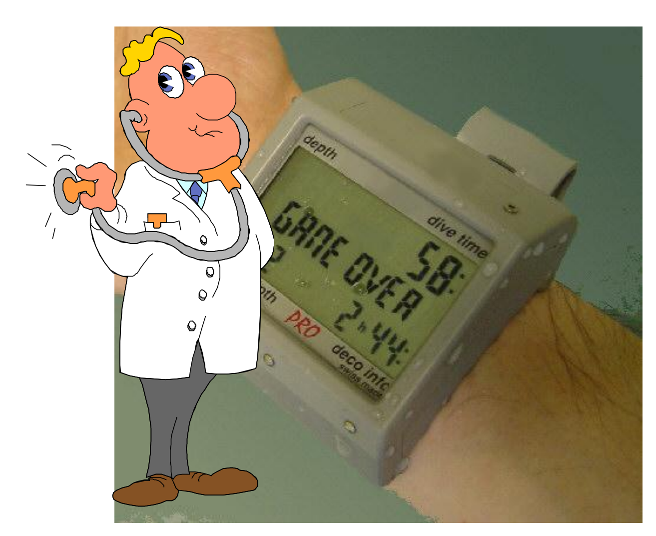
5 – Utilisation des ordinateurs de plongée

Contrairement aux idée reçues, l’ordinateur, bien qu’étant une aide agréable et précieuse, ne peut pas répondre à toutes les situations; aussi n’est-il pas parfait.

Aujourd’hui, ces appareils (3e et 4e génération) prennent de plus en plus en compte les facteurs favorisant la dissolution (consommation, froid, effort, simulation de formation de micro-bulles, application à un éventail de compartiments etc..).

Toutefois, il convient de toujours rester vigilent et de respecter au mieux la notice et les consignes d’utilisation du mode d’emploi fourni avec l’appareil.

Dans le cas d’un doute sur le déroulement de la plongée, on pourra toujours appliquer les conseils donnés pour l’utilisation des tables.



6 – Les plongées en altitudes

Généralité

La table de plongée est étalonnée pour être utilisée au niveau de la mer (altitude zéro). La P.atmosphérique est d'environ 760mmHg ou 1 bar (1013mmb).

Pour les plongeurs en lac d'altitude, si l'élément liquide reste le même (en négligeant les différences de densité), la Pression atmosphérique est différente.

Pour une même profondeur qu'en mer, la pression absolue sera donc différente et de ce fait les tables telles qu'elles se présentent seront inutilisables.

Nous savons, d'après la loi de Henry, que ; « *A température donnée, la quantité de gaz dissout à saturation dans un liquide est proportionnelle à la pression au dessus de ce liquide* » . Ceci explique pourquoi pour une même profondeur les tissus ne seront pas saturés de la même façon en altitude qu'au niveau de la mer.



LES TABLES DE PLONGEE - Les plongées en altitude

Exemple	Mer	Lac/montagne
Surface (= P.atm)	1 bar	0,8 bar
-10m	2 bars	1,8 bar
-40m	5 bars	4,8 bars

Pour une même profondeur, on constate qu'en mer, pour –40m, la Pression a augmentée de 5 / 1 = 5 fois

En lac de montagne, la Pression a augmenté de 4,8 / 0,80 = 6 fois

La dissolution qui s'effectue dans notre organisme est directement liée à l'augmentation de pression et à la durée d'exposition - Il faut donc chercher dans les tables une profondeur « équivalente » où nous obtiendrons le même rapport de Pression.

Exemple : à – 40m lac/montagne

Rapport = 6 → - 50m dans la table

Le calcul de la pression atmosphérique du lieu

Elle peut être directement lue sur des baromètres dans la mesure où ceux-ci sont exact. Elle est exprimée, soit en mmHg, soit en millibars. Sans baromètre, ou si l'on est pas sur de celui-ci, on peu quand même connaître la P.atm. du lieu grâce à l'altitude.

On part du principe suivant : jusqu'à 5.000 mètres, la P.atm décroît de 0,1 bar par 1.000 mètres d'élévation.

Exemple : à 2.500 mètres la P.atm est de 1 – 0,25 = 0,75 bar ce qui permet d'établir la formule suivante valable jusqu'à 5.000 mètres.

$$P.atm = \frac{10.000 - \text{Altitude du lieu}}{10.000}$$

Le calcul de la profondeur équivalente

En ayant compris le principe de base du calcul précédent, si l'on connaît la p.atmosphérique du lieu, il suffit d'avoir la profondeur réelle de la plongée pour calculer la Profondeur Equivalente.

LES TABLES DE PLONGEE - Les plongées en altitude

On l'obtient de la manière suivante :

$$\text{Profondeur réelle} \times \frac{\text{P.atm. Mer}}{\text{P.atm. Lac}} = \text{Prof. équivalente}$$

Exemple : Lac de montagne, P. atm. = 0,80 bar , ou 608 mmHg ou altitude 2.000 m

$$\frac{40 \times 1}{0{,}80} = \frac{40 \times 760}{608} = \frac{40 \times 10.000}{10.000 - 2.000} = 50\text{m}$$

Le calcul de la profondeur réelle des paliers

Après la recherche d'une profondeur équivalente il faut comprendre que les paliers ne se feront pas à –9, -6 ou –3m mais à une profondeur telle que le rapport entre la P.atmosphérique du lieu et la profondeur choisie soit le même qu'entre la pression atmosphérique mer et le palier de la table. Même principe donc que pour le premier calcul de la profondeur équivalente mais inversé (dans le cas précédant on vas du réel vers la table, dans ce cas précis on vas de la table vers le réel).

$$\text{Prof.palier Table} \times \frac{\text{P.atm. Lac}}{\text{P.atm.Mer}} = \text{Prof. Réel du palier}$$

LES TABLES DE PLONGEE - Les plongées en altitude

Exemple : même plongée que précédemment : pour un palier à 3m dans la table :

$$\frac{3 \times 0{,}80}{1} = \frac{3 \times 608}{760} = \frac{3 \times 10.000 - 2.000}{10.000} = 2{,}40m$$

Le calcul de la vitesse de remontée

La vitesse de remontée (15 à 17m/mn) est calculée pour permettre au compartiment le plus court de se dés-saturer sans dégazage incontrôlé. Pour des calculs de vitesse de remontée en lac d'altitude, on lui appliquera la formule suivante :

Vitesse réelle = Vitesse table (15 ou 17m/mn) x P. Atm. Lac

La vitesse de remontée dans un lac de montagne est toujours fonction du rapport de pression qui existe entre la profondeur réelle et la P. Atm au dessus du lac.

Ainsi, une palanquée en exploration à 30m dans un lac de montagne où règne une P.Atm au dessus du lac de 608mmHg mettra le même temps à se dés-saturer (vitesse) que si elle remontait d'une profondeur de 37,5m en mer (P.Atm = 1). Faites le calcul.

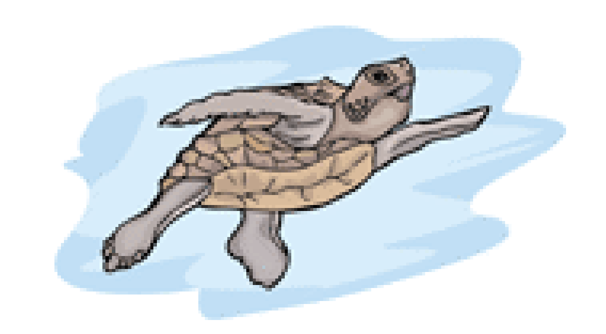
V réelle = 15m/mn x 0,80 ➔ de 12m/mn

LES TABLES DE PLONGEE - Les plongées en altitude

On prendra donc, pour les problèmes de tables (examen), la durée de remontée indiquée dans la table <u>depuis</u> la profondeur fictive.

Tableau 4 : Durée de remontée

TABLEAU 4 : DUREE DE REMONTEE JUSQU'AU PREMIER PALIER PLUS TEMPS INTERPALIERS, EN MINUTES																									
	Profondeur de remontée																								
Profondeur 1er palier	6m	8m	10m	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m	62m	65m
Sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15m					3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6



Les profondimètres

Si un plongeur utilise un profondimètre qui ne peut automatiquement ou manuellement être réglé en fonction de la variation de la Pression Atmosphérique du lieu de sa plongée, il aura une lecture fausse de la profondeur.

Cette anomalie fait partie des quelques « plaisirs arithmétiques » avec lesquels les candidats sont souvent confrontés lors des écrits d'examen au Niveau IV.

Bien que l'utilisation de profondimètre à « tube de bourdon et à capillaire » soit aujourd'hui devenu rare, on les trouve encore sur le marché du matériel de plongée.

Le Tube de bourdon : Ce profondimètre est étalonné pour que son aiguille quitte le zéro lorsque la pression est supérieur à 1 bar. ***(Voir le matériel de plongée – Les appareils de contrôle).***



LES TABLES DE PLONGEE - Les plongées en altitude



Le Capillaire. Il est constitué d'un tube de petit diamètre ouvert à une extrémité et rempli d'air. Il réagit suivant les applications de la loi Mariotte/Boyle. A l'immersion, l'eau pénètre dans le tube et comprime l'air. *(Voir le matériel de plongée – Les appareils de contrôle)*.

Exemple :

Plongée en lac. P.atm = 0,8 bar

Prof. Réelle = 40m : d'où profondeur équivalente = 50m

P.Absolue = 4,8 bars

Indication données par :

Tube de bourdon ➔ 4,8 bars – 1 = 3,8 bars soit 38m

Capillaire ➔ la P. augmente de 6 fois ($\frac{4,8}{0,8}$), il indiquera donc 50m.

En fonction de ces deux exemples, on indique généralement que le profondimètre à tube de bourdon possède un « retard » puisqu'il se déclanche un peu en dessous de la surface. La lecture du « tube capillaire » est plus directe, le profondimètre se met automatiquement à la bonne pression atmosphérique. On dit que l'on rentre directement dans la table (mer).

Le voyage en avion

Dans la prévention des accidents biophysiques, il est dit qu'il ne faut pas prendre l'avion après une plongée. La raison découle de ce qui vient d'être décrit pour les plongées en altitudes. En effet, les avions de lignes sont pressurisés à 0,8 bar et non à 1 bar, tout se passe donc comme si l'on grimpait en altitude.

Adaptation à l'altitude

Toutes les corrections sont établies d'un point de vue théorique. Elles sont commodes pour les calculs. Dans la pratique, un séjour en altitude est nécessaire pour que l'organisme s'adapte et il est raisonnable d'attendre environ 48 heures avant d'entamer ses premières plongées.

7 – Les plongées aux mélanges

Il ne s'agit bien sûr que de mélanges O_2/N_2 autre que l'air. Ce type de plongées devenant de moins en moins rare, il existe une formule de correction qui permet, à l'aide d'une profondeur équivalente, d'utiliser les tables.

A la différence des plongée en altitude, le calcul de profondeur équivalente n'est pas directe mais passe par la correction de la pression absolue réelle en une pression absolue fictive.

$$\text{P.Abs.Fictive} = \text{P.Abs.Réelle} = \frac{\text{\% d'N2 mélange}}{79\ \%}$$

$$\text{Prof. Fictive} = (\text{P.abs.fictive} - 1) \times 10$$

Exemple : mélange 40/60. Prof réelle = 30m

$$\text{P.Abs. Fictive} = 4 \times \frac{0,60}{0,79} = 3,03 \rightarrow \text{Prof.Fictive} = \text{arr. } 20\text{m}$$

L'utilisation de la table se fait classiquement à l'aide de la profondeur fictive. Néanmoins il faut savoir que la profondeur des paliers n'est pas corrigé et que la profondeur fictive est inférieure à la profondeur réelle.

On doit toujours éviter, dans ce genre de problèmes, que l'augmentation du taux d'O_2 n'entraîne pas de risque d'hyperoxie.


AQUA LUNG
M.N. 1990 Version 96 de 6/22 mètres-1
M.N. 1990 Version 96 de 25/42 mètres-2
M.N. 1990 Version 96 de 45/60 mètres -3

FIN